Die Werte der Gesteinssuszeptibilität im Bereich des Nockgebietes (Ostalpen)

Von Wolfgang Seiberl

Mit 1 Abbildung und 9 Tabellen

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 25. März 1977 durch das w. M. F. Steinhauser)

Abstract: At 150 sites in the vicinity of Ebene Reichenau (Upper Carinthia) "in-situ" measurements of the rock-susceptibilities were carried out. All in all, approximately 750 measurements were available for further consideration.

As expected the different limestones show the lowest *k*-values. Whereas the amphibolities and tuffs are characterized by somewhat larger susceptibility-values.

Einleitung Bei der quantitativen Auswertung magnetischer Feldmessungen ist es notwendig, daß man gewisse Annahmen über die Magnetisierbarkeit der den Untergrund aufbauenden Gesteine macht. Dabei können „in-situ"-Messungen der Gesteinssuszeptibilität (k) von großer Hilfe sein. Im Sommer 1976 wurden solche Messungen im Rahmen einer größeren geophysikalischen Meßkampagne im Bereich des Nockgebietes durchgeführt. In der vorliegenden Arbeit soll über diese Meßergebnisse im einzelnen berichtet werden.

Die Meßergebnisse: Die magnetischen Eigenschaften der Gesteine, und daher auch ihrer Suszeptibilität, beruhen im wesentlichen auf ihrem Gehalt an ferrimagnetischen Mineralien, wobei sowohl der Mineraltyp, die Korngröße, die Form der Mineralkörner und auch der Magnetisierungszustand zu berücksichtigen sind.

Die meisten ferrimagnetischen Mineralien entstammen den festen Mischungsreihen der Eisen-Titanoxide (FeO—Fe_2O_3—TiO_2). Als Beispiele für Mitglieder der Mischungsreihen seien hier der Magnetit (Fe_3O_4) und der Ilmenit ($FeTiO_3$) erwähnt. Die Suszeptibilitätswerte dieser Mineralien sind größeren Schwankungen unterworfen. Akimoto (1957) und Nagata (1961) haben dies eingehend untersucht.

Von verschiedenen Autoren (Slichter, 1929, Puzicha, 1941, Werner, 1945, Balsey & Buddington, 1958, Jahren, 1963) wurde der Versuch unternommen, empirische Beziehungen zwischen dem Gehalt an Magnetit und der Gesteinssuszeptibilität aufzustellen. Wie die Erfahrung zeigt, lassen sich diese Ergebnisse nicht allgemein anwenden.

Die zweite ferrimagnetische Mineralgruppe, die bei bestimmten Gesteinstypen von Bedeutung sein kann, ist die Gruppe gewisser Eisensulphide (z. B. Magnetikies), deren chemische Zusammensetzung durch die Gleichung FeS_{1+x} ($0 \leq x \leq 0{,}25$) wiedergegeben wird. Ferrimagnetische Eigenschaften treten bei diesen Mineralien erst für $x > 0{,}1$ auf.

Da die Suszeptibilitätswerte auch in ein und derselben stratigraphischen Gesteinseinheit je nach dem Gehalt an ferrimagnetischen Mineralien schwanken können, sind die in verschiedenen Tabellen publizierten k-Werte (NEUMANN, 1932, WERNER, 1945, MOONEY & BLEIFUSS, 1953) nur sehr beschränkt auf andere Untersuchungsgebiete zu übertragen. Daraus folgt, daß direkte Suszeptibilitätsbestimmungen, die für ein bestimmtes Gebiet am anstehenden Fels durchgeführt worden sind, bei der Auswertung vorzuziehen sind. Ebenso können Suszeptibilitätswerte im Labor an Probestücken gemessen werden.

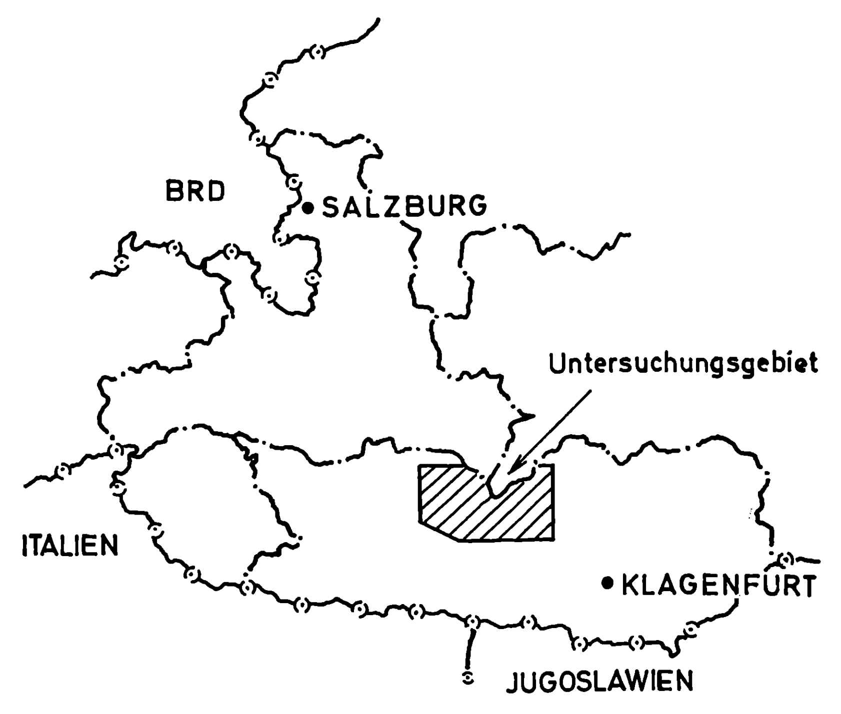


Abb. 1: Lageplan des Meßgebietes

Aus diesen Überlegungen heraus wurde im Sommer 1976 im Rahmen einer regionalen magnetischen Vermessung im Bereich des Nockgebietes an etwa 150 Meßstellen die Gesteinssuszeptibilität (k) bestimmt. Das Meßgebiet erstreckt sich von der Tauernautobahn im Westen, der salzburgisch-steirischen Landesgrenze im Norden, dem Glödnitzbach — und Gurktal im Osten und dem Millstättersee im Süden (siehe Abbildung 1). Bei den Messungen wurde das tschechoslowakische Kappameter KT-3 eingesetzt, das eine Induktanzbrückenschaltung als Meßanordnung verwendet. Damit die lokale Streuung von k besser berücksichtigt werden konnte, wurde im allgemeinen an fünf verschiedenen Punkten der jeweiligen Meßstelle gemessen. Die gemittelten Werte (k), die Standardabweichung (σ) und die Anzahl der Messungen (n) sind für die verschiedenen Gesteinstypen in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle 1: Suszeptibilitätswerte für Granatglimmerschiefer
(k in $x10^{-3}$ SI-Einheiten)

k		n	k		n
0,72	0,04	5	0,52	0,14	5
0,52	0,03	5	0,93	0,03	5
0,41	0,03	5	0,43	0,03	5
0,49	0,04	5	0,41	0,01	5
0,46	0,03	5	0,54	0,04	5
0,66	0,05	5	0,42	0,03	5
0,57	0,05	5	0,59	0,04	5
0,66	0,03	5	0,54	0,04	5
0,39	0,02	5	0,66	0,04	5
0,62	0,04	5	0,90	0,04	5
0,56	0,03	5	0,42	0,03	5
0,58	0,07	5	0,69	0,03	5
0,39	0,02	4	0,36	0,01	5
0,66	0,06	5	0,41	0,02	6
0,83	0,04	5	1,16	0,06	5
0,46	0,03	5	0,44	0,03	5
1,05	0,06	5	1,01	0,04	5
0,43	0,02	5	0,55	0,04	5
0,62	0,08	5	0,83	0,02	5
0,56	0,03	5	0,55	0,01	5
0,59	0,02	5	0,77	0,02	5
1,09	0,05	5	1,14	0,03	5
0,52	0,05	5	0,91	0,03	5
0,72	0,04	5	0,48	0,02	5
0,65	0,05	5	0,72	0,04	5
1,14	0,03	5	0,79	0,07	5
1,24	0,04	5	0,86	0,03	5
0,84	0,02	5	1,38	0,01	5

k	σ	n	k	σ	n
0,92	0,07	5	0,75	0,02	5
0,93	0,03	5	0,98	0,03	5
1,05	0,03	5	1,19	0,29	10
0,65	0,03	5	0,67	0,03	5
0,69	0,02	5	0,74	0,04	5
0,80	0,02	5	1,02	0,02	5
0,71	0,01	5	0,74	0,01	5
0,89	0,03	5	1,15	0,01	5
1,16	0,01	5	0,75	0,02	5

Tab. 2: Suszeptibilitätswerte für Phyllit (k in x10^{-3} SI-Einheiten)

k	σ	n	k	σ	n
0,38	0,02	5	0,59	0,06	5
0,77	0,17	5	0,26	0,07	5
1,37	0,01	5	0,89	0,04	5
0,64	0,15	5	0,97	0,02	5
0,87	0,02	5	0,80	0,03	5
0,89	0,03	5	1,10	0,06	5
0,92	0,03	5	0,90	0,03	5
0,82	0,02	5	1,31	0,03	5
1,01	0,02	5	0,78	0,01	5
0,85	0,05	5	1,01	0,03	5
0,98	0,09	5	2,02	0,09	5
1,22	0,08	5	1,46	0,04	5
1,02	0,04	5	1,01	0,01	5
1,28	0,05	5	1,29	0,06	5
1,39	0,07	5	1,41	0,24	9
1,83	0,09	5	1,25	0,34	8

Tab. 3: Suszeptibilitätswerte für Gneis (k in x10^{-3} SI-Einheiten)

k	σ	n	k	σ	n
0,47	0,02	5	0,53	0,03	5
0,49	0,04	5	0,69	0,03	5
0,97	0,08	5	0,70	0,03	5
0,84	0,02	5	0,51	0,03	5
0,41	0,02	5	1,11	0,02	5
1,00	0,03	5	1,41	0,03	6
0,78	0,02	5	0,85	0,03	5
0,70	0,01	5	0,77	0,01	5
0,69	0,02	5	1,09	0,04	5
0,97	0,02	5			

Tab. 4: Suszeptibilitätswerte für verschiedene Kalke (k in x10^{-3} SI-Einheiten)

k	σ	n	k	σ	n
0,68	0,32	15	0,42	0,03	5
0,36	0,03	5	0,60	0,08	5
0,45	0,01	5	0,44	0,05	5
0,41	0,01	5	0,60	0,02	5
0,49	0,02	5			

Tab. 5: Suszeptibilitätswerte für Amphibolit (k in x10^{-3} SI-Einheiten)

k	σ	n	k	σ	n
0,98	0,22	5	1,12	0,05	5
1,39	0,07	5			

Tab. 6: Suszeptibilitätswerte für Grünschiefer (k in x10^{-3} SI-Einheiten)

k	σ	n	k	σ	n
1,19	0,02	5	0,67	0,29	5

Tab. 7: Suszeptibilitätswerte für Tuffit (k in x10^{-3} SI-Einheiten)

k	σ	n	k	σ	n
1,38	0,05	5	1,47	0,06	5

Tab. 8: Suszeptibilitätswerte für Quarzit (k in x10^{-3} SI-Einheiten)

k	σ	n	k	σ	n
0,38	0,02	5	0,37	0,02	5
0,66	0,03	5			

Aus diesen Tabellen kann man schon deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gesteinstypen erkennen. Um nun einen repräsentativen Durchschnittswert für ein und denselben Gesteinstyp für das Untersuchungsgebiet zu bestimmen, wurde über sämtliche Einzelmessungen, die an anstehenden Flächen des letzteren gemessen wurden, arithmetisch gemittelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 9 zusammengefaßt.

Tab. 9: Mittlere Suszeptibilitätswerte der einzelnen Gesteinstypen ($\bar{k}$ in x10^{-3} SI-Einheiten)

Gesteinstyp	$\bar{k}$	σ	n
Quarzit	0,47	0,14	15
Kalk	0,53	0,19	65
Granatglimmerschiefer	0,75	0,28	375
Gneis	0,79	0,26	96
Grünschiefer	0,93	0,33	10
Phyllit	1,06	0,37	167
Amphibolit	1,16	0,18	15
Tuffit	1,41	0,07	10

Betrachtet man die Standardabweichungen in der Tabelle 9, so erkennt man, daß sich eigentlich nur der Quarzit und der Kalk in ihren k-Werten signifikant von jenen des Phyllits, des Amphibolits und des Tuffits unterscheiden.

Die verschiedenen Kalke und der Quarzit zeigen erwartungsgemäß die kleinsten k-Werte, da sie im allgemeinen durch geringe Anreicherungen von ferrimagnetischen Mineralien gekennzeichnet sind. Die relativ größten Gesteinssuszeptibilitäten weisen der Phyllit, der Amphibolit und vor allem der Tuffit auf.

Diese Untersuchung erfolgte mit Unterstützung des österreichischen Nationalkomitees für das Internationale Geodynamische Projekt und des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich (Projekt: Tiefbau der Ostalpen), wofür der Autor herzlichst dankt.

Zusammenfassung: Im Bereich des Nockgebietes in Oberkärnten wurde im Sommer 1976 an etwa 150 Meßstellen die Gesteinssuszeptibilität durch „in-situ"-Messungen bestimmt, wobei insgesamt ca. 750 Einzelmessungen durchgeführt wurden.

Erwartungsgemäß zeigen die verschiedenen Kalke sehr geringe Suszeptibilitätswerte. Hingegen sind der Amphibolit und der Tuffit durch relativ größere k-Werte gekennzeichnet.

Literatur

AKIMOTO, S.: Magnetic properties of ferromagnetic oxide minerals as a basis of rockmagnetism. Advance in Physics, *6*, 288—298 (1957).

BALSEY, J. R. & A. BUDDINGTON: Iron-titanium oxide minerals, rocks and aeromagnetic anomalies of the Adirondack area. Econ. Geol., *53*, 777—805 (1958).

JAHREN, C. E.: Magnetic susceptibility of bedded iron-formation. Geophysics *28*, 756—766 (1963).

MOONEY H. M. & R. BLEIFUSS: Magnetic susceptibility measurements in Minnesota, Analysis of fields results. Geophysics, *18*, 383—393 (1953).

NAGATA T.: Rock magnetism. Maruzen Press, Tokyo, 1961.

NEUMANN G.: Magnetische Untersuchungen bei Bergieshübel in Sachsen. Gerl. Beitr. zur Geoph., *2*, 22—68 (1932).

PUZICHA, K.: Der Magnetismus der Gesteine als Funktion ihres Magnetitgehaltes. Beitr. angew. Geoph., *9*, 158—186 (1941).

SLICHTER, L. B.: Certain aspects of magnetic surveying. Trans. Am. Inst. Mining Met. Engrs., *81*, 238—260 (1929).

WERNER, S.: Determination of the magnetic susceptibility of ores and rocks from Swedish iron ore deposits. Sveriges Geol. Undersöking, Årsbok, *39*, 1—79 (1945).